

оценка самими слушателями курса, их самоанализ. В целях успешного освоения курса до каждого участника доводятся вопросы для самостоятельного контроля знаний по каждой теме, тематика тестовых заданий по каждому модулю, требования к содержанию и оформлению портфолио.

Разработанный курс успешно прошел апробацию в целевых группах преподавателей, а также в учебном процессе студентов УО «ВГТУ». 1 апреля 2016 г. состоялся выпуск первой группы слушателей курсов повышения квалификации. Участники курса отметили возможности:

- рассмотрения широкого спектра вопросов,
- выбора наиболее интересной и нужной информации, соответствующей сфере профессиональной деятельности участников,
- оценить перспективы развития образования в современных условиях,
- найти новые идеи для включения экологической составляющей в преподаваемые дисциплины.
- постоянной обратной связи с руководителями курсов современными средствами дистанционного обучения,
- самостоятельно определять время и место обучения, исходя из своей повседневной занятости.

В целом курс получил положительную оценку слушателей и экспертов проекта. Материалы разработанного курса внедрены в учебный процесс подготовки специалистов в УО «ВГТУ».

Выводы:

1. На базе проведенных исследований дидактики экологического образования и актуальных тем защиты окружающей среды разработана общая концепция экологически ориентированной программы повышения квалификации преподавателей УВО, УССО, УПТО.

2. Разработаны программа и учебно-методические материалы для дистанционных курсов повышения квалификации в области экологического образования преподавателей, осуществляющих подготовку специалистов технической и технологической направленности (машиностроение, легкая промышленность).

3. Разработанный курс расширяет возможности включения экологической составляющей в процесс профессиональной подготовки специалистов и реализации практико-ориентированного подхода в преподавании.

4. Реализация разработанного курса способствует формированию экологической компетентности будущих специалистов в их профессиональной деятельности.

УДК 543.253

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В САХАРЕ-ПЕСКЕ

Матвейко Н.П., зав. каф., Брайкова А.М., доц.,

Садовский В.В., первый проректор

Белорусский государственный экономический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

В России в 2014 г. производство сахара составило более 5 млн. тонн [1]. При этом один житель России в течение одного дня потребляет примерно 100–140 граммов сахара. В США один человек потребляет около 190 граммов, в то время как в странах Европы и Азии – от 70 до 90 граммов. В то время как норма потребления сахара в день составляет 30–50 граммов [2].

Большой объем производства и потребления сахара обуславливает высокие требования к его качеству, которое зависит от качества сырья и качества производства сахара. Требования к качеству сахара–песка регламентируются рядом технических нормативных правовых актов (ТНПА). В этих ТНПА нормируются органолептические, физико-химические, микробиологические показатели сахара. Вместе с тем важнейшим показателем качества являются допустимые уровни тяжелых металлов (ДУТМ) в сахаре, поскольку этот

показатель характеризует безопасность потребления сахара. Наиболее полно (ДУТМ) представлены в ГОСТ 21-94, согласно которому (ДУТМ) в сахаре составляют (мг/кг, не более): Hg–0,01; As–0,5; Cu–1; Pb–1; Cd–0,05; Zn–3 [3].

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в образцах сахара, реализуемого торговой сетью Республики Беларусь и России.

Для исследования взяты следующие образцы.

Образец № 1 – сахар-песок производство ОАО «Служский сахаро-рафинадный комбинат», Белоруссия.

Образец № 2 – сахар-песок производство ОАО «Городейский сахарный комбинат», Белоруссия.

Образец № 3 – сахар-песок производство ОАО «Скидельский сахарный комбинат», Белоруссия.

Образец № 4 – сахар-песок производство ОАО «Жабинковский сахарный завод», Белоруссия.

Образец № 5 – сахар тростниковый нерафинированный производство Колумбия.

Образец № 6 – сахар-песок производство ОАО «Лабинский сахарный завод», Россия.

Образец № 7 – сахар-песок производство ООО «СТАФФ-ДОН», Ростов-на-Дону, Россия.

Образец № 8 – сахар-песок производство ОАО «Успенский сахарный завод», Россия.

Все образцы сахара-песка, кроме образца № 5, изготовлены по ГОСТ 21-94.

Подготовку проб сахара проводили в программируемой двухкамерной печи марки ПДП – 18М, применяя методику, изложенную в работе [4]. Для этого навеску каждого образца сахара массой по 0,2 г помещали в кварцевые стаканы объемом 10 см³, добавляли по 3,0 см³ концентрированной азотной кислоты. Раствор выпаривали при температуре 120 °С до получения влажного осадка. Затем к осадку добавляли 2,0 см³ концентрированной азотной кислоты и 0,5 см³ 30% – ного раствора пероксида водорода. После этого образовавшийся раствор выпаривали при температуре 120 °С до сухого остатка. Кварцевые стаканы с сухим остатком помещали в камеру озоления печи, в которой термически разлагали пробы при температуре 450 °С в течение 30 минут до образования золы. Зола растворяли в смеси 2,0 см³ концентрированной азотной кислоты и 0,5 см³ 30% – ного раствора пероксида водорода. Полученный раствор выпаривали при температуре 120°С до сухого остатка, который затем озоляли при температуре 450 °С в течение 30 минут. Операции растворения золы в смеси 2,0 см³ азотной кислоты и 0,5 см³ 30% – ного раствора пероксида водорода, выпаривания и последующего озоления при температуре 450 °С повторяли до получения однородной золы светло-коричневого цвета, не содержащей включений углерода. После этого золу растворяли в 10 см³ водного раствора, содержащего 0,1 см³ концентрированной муравьиной кислоты. Из полученного раствора для анализа отбирали аликвоту каждой пробы сахара объемом 0,2 см³, помещали в кварцевую электрохимическую ячейку, добавляли фоновый электролит, доведя объем раствора до 10 см³. Анализ проб сахара на содержание цинка, кадмия, свинца и меди проводили на фоне водного раствора муравьиной кислоты, концентрацией 0,35 моль/дм³. Для определения в пробах сахара ртути использовали фоновый электролит, содержащий 0,016 моль/дм³ серной кислоты и 0,002 моль/дм³ хлорида калия.

Определение тяжелых металлов в пробах образцов сахара выполняли инверсионной вольтамперометрией с помощью анализатора марки ТА-4. Для определения Zn, Cd, Pb и Cu применяли индикаторный электрод из амальгамированной серебряной проволоки, а для определения ртути – индикаторный электрод из электролитически модифицированного золотом сплава золота 583 пробы. Вспомогательным электродом и электродом сравнения во всех исследованиях служил хлорсеребряный электрод в 1 М растворе хлорида калия.

Исследованиями установлены следующие оптимальные условия инверсионно-вольтамперометрического определения Zn, Cd, Pb и Cu. Электрохимическая очистка индикаторного электрода в течение 20с попеременной анодной и катодной поляризацией при потенциале +100 и –1150 мВ соответственно. Накопление металлов – при потенциале – 1350 мВ в течение 20 с. Успокоение раствора – при потенциале –1130 мВ в течение 15 с. Развертка потенциала – в интервале потенциалов от -1130 до +100 мВ со скоростью 80 мВ/сек.

Анализ проб сахара на содержание Hg проводили, используя следующие параметры, установленные предварительными исследованиями. Электрохимическая очистка индикаторного электрода при потенциале +650 мВ в течение 15 с. Накопление ртути при

потенциале –600 мВ в течение 140с. Успокоение раствора при потенциале +340 мВ в течение 25 с. Регистрация анодной вольтамперной кривой при скорости изменения потенциала 6 мВ/с в интервале потенциалов +345 мВ – +600 мВ.

Для определения содержания Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в образцах сахара использовали метод добавок стандартных растворов, содержащих по 2 мг/дм³ Cd, Pb, Cu и Hg и 3 мг/дм³ Zn. Растворы готовили на основе государственных стандартных образцов (ГСО) и бидистиллята. Содержание тяжелых металлов в пробах образцов сахара рассчитывали по разности вольтамперных кривых пробы и фона, а также пробы с добавкой стандартного раствора и фона, с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx».

Анализ каждой пробы сахара на содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg выполняли по 4 раза.

Для проведения исследований использовали реактивы марки «ХЧ» и бидистиллят (дважды перегнанная дистиллированная вода).

Результаты исследований обрабатывали методом математической статистики по методике, изложенной в работе [5], рассчитав относительные стандартные отклонения (S_r) и интервальные значения ($\pm\Delta x$) содержания Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в сахаре.

В таблице представлены результаты экспериментальных исследований.

Из таблицы видно, что во всех изученных образцах сахара содержатся Zn и Hg. Причем содержание цинка превышает содержание ртути в 300-2900 раз. Наибольшее содержание Zn характерно для образцов сахара №№ 2 и 7 и составляет 2,9 мг/кг. Меньше всего Zn содержится в образце сахара № 6 (1,1 мг/кг), что в 2,6 раза меньше, чем в образцах №№ 2 и 7. Содержание Hg колеблется от 0,001 мг/кг для образца сахара № 8 до 0,009 мг/кг для образца сахара № 6, т.е. отличаются друг от друга в 9 раз.

Таблица – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в образцах сахара (мг на 1 кг)

№ образца	Содержание металла, мг/кг									
	Zn	S_r , %	Cd	S_r , %	Pb	S_r , %	Cu	S_r , %	Hg	S_r , %
1	2,7±0,07	1,87	нет	–	0,03±0,002	4,79	0,06±0,004	4,79	0,005±0,0003	4,31
2	2,9±0,08	1,98	нет	–	0,49±0,015	2,20	0,31±0,014	3,25	0,006±0,0004	4,79
3	2,2±0,06	1,96	нет	–	0,03±0,002	4,79	нет	–	0,008±0,0006	5,39
4	2,1±0,05	1,71	нет	–	0,19±0,007	2,65	нет	–	0,008±0,0005	4,50
5	2,1±0,05	1,71	нет	–	0,21±0,008	2,74	0,19±0,009	3,41	0,007±0,0005	5,14
6	1,1±0,03	1,96	нет	–	0,01±0,001	7,19	нет	–	0,009±0,0007	5,59
7	2,9±0,09	2,23	нет	–	0,14±0,006	3,08	нет	–	0,008±0,0006	5,39
8	1,7±0,04	1,69	нет	–	нет	–	нет	–	0,001±0,0001	7,19

В семи образцах сахара, как видно из таблицы, содержится Pb. Не обнаружен свинец лишь в образце № 8 (сахар-песок производство ОАО «Успенский сахарный завод», Россия). Причем, в отличие от Zn и Hg, максимальное содержание этого металла в образце сахара № 2 (0,49 мг/кг) в 49 раз больше, чем минимальное его содержание в образце сахара № 6 (0,01 мг/кг).

В трех из восьми изученных образцах сахара, как видно из таблицы, содержится небольшое количество меди (мг/кг): 0,06; 0,19; 0,31 в образцах №№ 1, 5, 2 соответственно.

Ни в одном из изученных образцах сахара не обнаружен кадмий.

Сопоставляя экспериментально полученное содержание тяжелых металлов в изученных образцах сахара с требованиями ГОСТ 21-94 [3], можно отметить, что оно не превышает требований, регламентируемых этим стандартом. Однако в образцах сахара №№ 2 и 7 содержание Zn составляет 2,9 мг/кг, что лишь на 0,1 мг/кг меньше требований ГОСТ 21-94, согласно которому допустимый уровень Zn не должен быть более 3,0 мг/кг. Содержание Hg в образце сахара № 6 составляет 0,009 мг/кг, что также незначительно (лишь на 0,001 мг/кг) меньше требований ГОСТ 21-94, согласно которому допустимый уровень Hg не должен быть выше 0,01 мг/кг.

Что касается Pb и Cu, то содержание этих металлов в изученных образцах сахара в 2 и 3 раза соответственно ниже требований ГОСТ 21-94.

Список использованных источников

1. Обзор российского рынка сахара по данным на июнь 2015 г. (2015), режим доступа: <http://alto-group.ru/new/451-obzor-rossijskogo-rynka-saxara-po-danny...> (дата доступа: 30.05.2016).
2. Сахар – 10 фактов о вреде сахара и его норма потребления (2016), режим доступа: http://www.ayzdorov.ru/ttermini_sahar.php (дата доступа: 11.05.2016).
3. Сахар-песок. Технические условия. ГОСТ 21-94. Введ. 01.01.1996. Москва, Издательство стандартов, 1996. 10 с.
4. Носкова, Г.Н., Заичко, А.В., Иванова, Е.Е. (2007) Минерализация пищевых продуктов. Методическое пособие по подготовке проб для определения содержания токсичных элементов. Практическое руководство, Томск, Изд-во ТПУ, 30 с.
5. Васильев В.П. (2004) Аналитическая химия: в 2 ч, Москва, Дрофа, ч. 1, С. 122.

3.3 Физика и техническая механика

УДК 621.922.024

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭЛАСТИЧНЫХ ШЛИФОВАЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Шухно Н.Л.^{1,2}, асп.

¹ *Институт технической акустики НАН Беларуси,*

² *Витебский государственный технологический университет,*

г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрен способ получения эластичного шлифовального инструмента с использованием ультразвуковых колебаний.

Ключевые слова: эластичный шлифовальный инструмент, абразивный шнур, ультразвуковые колебания.

Современный абразивный инструмент – это техническое приспособление, рабочая поверхность которого покрыта специальным зернистым составом, предназначенным для черновой обработки и шлифовки поверхностей, их очистки от лакокрасочного покрытия или загрязнений, заточки инструментов, резки прочных основ и решения некоторых других практических задач.

Абразивный инструмент применяется в строительстве, ремонте кузовов автомобилей, прикладных ремеслах, машиностроении [1].

Известно, что ультразвуковые колебания интенсифицируют процессы происходящие в жидкой среде – это очистка, обезжиривание, механоактивация, диспергирование и др.

С этой точки зрения представляет интерес использовать ультразвуковую обработку для интенсификации нанесения абразивного порошка на эластичную основу [2].

Технология получения эластичных шлифовальных шнуров и лент, разработанная на базе Института технической акустики НАН Беларуси (рисунок 1) включает следующие этапы: пропускание заготовки технического шнура через емкость с абразивным и связующим веществами, к которой подводятся ультразвуковые колебания, термообработка (сушка) при температуре 350°C, намотка готового эластичного шлифовального инструмента на приемную катушку.

Заготовкой для получения гибкого абразивного шнура могут быть технические шнуры на полимерной либо тканевой основе. Диаметры шнуров выбираются в зависимости от назначения и вида обрабатываемой поверхности. В данном случае использовался технический шнур на тканевой основе диаметром 1,5 мм.

При получении опытных образцов по разработанной технологии использовали ультразвуковой генератор УЗДН-2Т, частота ультразвуковых колебаний 22 кГц, амплитуда на торце концентратора - 15÷20 мкм.

В качестве абразивного вещества использовался электрокорунд дисперсностью 50 мкм.